

Utveckling av förebyggande underhåll

Jani Hanhimäki

Examensarbete för ingenjörsexamen (YH)

Utbildningsprogrammet för maskin- och produktionsteknik

Vasa 2013



EXAMENSARBETE

Författare: Jani Hanhimäki

Utbildningsprogram och ort: Maskin- och produktionsteknik, Vasa

Inriktningsalternativ: Drift- och energiteknik

Handledare: Andreas Gammelgård & Stefan Sundström

Titel: *Utveckling av förebyggande underhåll*

Datum: 5.4.2013

Sidantal: 27

Bilagor: 5

Abstrakt

Detta examensarbete har gjorts åt Wärtsiläs laboratorium vid Metviken i Vasa för avdelningen Testing & Performance. Syftet med arbetet var att förbättra det förebyggande underhållet för bränslemodulerna som förser motorerna med bränsle. Detta genom att rita P&I-scheman för varje modul som saknar denna typ av information.

I arbetet ingick även att undersöka möjligheterna med det datoriserade underhållsprogrammet Ryhti och därmed implementera ritningarna och informationen om delarna som modulerna består av. Den sista uppgiften var att skapa ett förebyggande underhållsprogram som med hjälp av Ryhti kan uppföljas.

Arbetets teoridel handlar om underhåll av olika slag samt en noggrann beskrivning av bränslemodulens uppbyggnad och funktion.

Resultatet av arbetet blev ett mera organiserat underhåll och bränslemodulerna blev lättförståeliga med hjälp av ritningarna. Implementeringen bidrar till att det går snabbt att få fram information om bränslemodulerna.

Språk: svenska

Nyckelord: förebyggande underhåll, Ryhti, bränslemodul

OPINNÄYTETYÖ

Tekijä: Jani Hanhimäki

Koulutusohjelma ja paikkakunta: Kone- ja tuotantotekniikka, Vaasa

Suuntautumisvaihtoehto: Käyttö- ja energiatekniikka

Ohjaajat: Andreas Gammelgård & Stefan Sundström

Nimike: *Ennaltaehkäisevän huollon kehitys*

Päivämäärä: 5.4.2013

Sivumäärä: 27

Liitteet: 5

Tiivistelmä

Tämä opinnäytetyö on tehty Wärtsilän laboratorion Testing & Performance osastolle, joka sijaitsee Onkilahdessa Vaasassa. Työn tavoite oli parantaa polttoainekoneikoiden ennaltaehkäisevää huoltoa piirtämällä P&I-kaaviot koneikoille, joilta nämä puuttuivat.

Työhön kuului myös tutkia kunnossapitojärjestelmä Ryhdin mahdollisuudet ja implementoida piirustukset ja koneikoiden osat siihen. Viimeinen tehtävä oli luoda ennaltaehkäisevä huolto-ohjelma, jota Ryhdin avulla voi seurata.

Työn teoriaosa käsittelee huoltotekniikkaa ja antaa tarkan kuvauksen polttoainekoneikon rakennuksesta ja toiminnasta.

Tuloksena opinnäytetyöstä saatiin paremmin organisoitu huolto, ja polttoainekoneikoita on helpompi seurata kaavioiden avulla. Implementoimisen avulla tietoa polttoainekoneikoista saadaan nyt nopeasti ja helposti.

Kieli: ruotsi Avainsanat: ennaltaehkäisevä huolto, Ryhti, polttoainekoneikko

BACHELOR'S THESIS

Author: Jani Hanhimäki

Degree Programme: Mechanical and production engineering, Vaasa

Specialization: Operation and energy engineering

Supervisors: Andreas Gammelgård & Stefan Sundström

Title: *Development of preventive maintenance*

Date: 5.4.2013

Number of pages : 27

Appendices: 5

Abstract

This Bachelor's thesis has been made for Wärtsilä's laboratory at Metviken in Vaasa for the Department of Testing & Performance. The purpose of this thesis work was to improve the preventive maintenance for the boosters that provide the engines with fuel. This was achieved by drawing P&I diagrams for every booster that did not have this kind of information.

The task also included investigating the possibilities offered by the computerized maintenance management system Ryhti and by that implement the drawings and the information about the different parts of the boosters. The last assignment was to create a preventive maintenance schedule which can be followed up by using the Ryhti system.

The theoretical part in this thesis deals with maintenance of different kinds and provides detailed explanations of the boosters.

The result of the work is that the maintenance will be more organized and, thanks to the drawings, boosters are now easier to understand and all information can be easily accessed.

Language: Swedish

Key words: preventive maintenance, Ryhti, Booster

Innehållsförteckning

1	INLEDNING	1
1.1	BAKGRUND	1
1.2	SYFTE	2
1.3	AVGRÄNSNINGAR.....	2
1.4	WÄRTSILÄ	3
1.4.1	TESTING & PERFORMANCE.....	3
1.5	DISPOSITION.....	4
2	TEORI	5
2.1	UNDERHÅLL.....	5
2.1.1	SKAPA ETT UTMÄRKT UNDERHÅLL	6
2.1.2	FÖREBYGGANDE UNDERHÅLL	7
2.1.3	GRUNDERNA FÖR FÖREBYGGANDE UNDERHÅLL.....	8
2.1.4	AVHJÄLPANDE UNDERHÅLL	9
2.1.5	DATORISERAT UNDERHÅLLSSYSTEM.....	10
2.1.6	RYHTI	11
2.2	BRÄNSLESYSTEMET.....	12
2.2.1	BRÄNSLEMODUL.....	13
2.2.2	BRÄNSLEN SOM ANVÄNDS	16
3	METOD.....	17
3.1	RITNINGARNA.....	17
3.1.1	VENTIL- OCH KOMPONENTNUMRERINGEN	18
3.1.2	KOMPONENTLISTA	19
3.1.3	UNDERHÅLLSPROGRAM	20
3.2	IMPLEMENTERING AV INFORMATION.....	21
3.2.1	RYHTISKOLNING.....	21
4	RESULTAT	22
4.1	RYHTI I PRAKTIKEN	22
4.2	MÄRKNINGARNA	25
5	DISKUSSION.....	26
	KÄLLFÖRTECKNING.....	27

Bilageförteckning

Bilaga 1. P&I-schema för Booster 2

Bilaga 2. P&I-schema för Booster 3

Bilaga 3. P&I-schema för Booster 4

Bilaga 4. P&I-schema för Booster 5

Bilaga 5. P&I-schema för Booster 6

Figurförteckning

Figur 1. Illustration över laboratoriet vid Metviken

Figur 2. Indelning av underhåll

Figur 3. Indelning av förebyggande underhåll

Figur 4. Huvudfunktionerna i Ryhti

Figur 5. Bränslemodul

Figur 6. Automatfilter

Figur 7. Vågtank

Figur 8. Värmare

Figur 9. Viskositetsmätare

Figur 10. Ventilmärkning

Figur 11. Bränslemodulerna i Ryhti

Figur 12. Bränslemodulernas komponenter

Figur 13. Komponentinformation

Figur 14. Veckokontroll

Figur 15. Månadskontroll

Figur 16. Märkskylt för automatfilter

Figur 17. Ventilmärkning

UTVECKLING AV FÖREBYGGANDE UNDERHÅLL

1 INLEDNING

I detta examensarbete kommer underhållet för bränslemodulerna i Wärtsiläs laboratorium vid Metviken i Vasa att vidareutvecklas för att undvika oväntade driftstopp. Komponenterna i bränslesystemet dokumenteras och P&I-diagram (Piping & instrumentation diagram) ritas för att göra systemet lättförståeligt, även för en nyanställd. Alla dokument implementeras i ett datoriserat underhållsprogram, Ryhti, så att informationen blir lättillgänglig och kan uppdateras. Slutligen görs ett underhållsprogram för bränslemodulerna i Ryhti.

Motorerna modifieras ofta, eller byts ut, och därmed ställs det krav på bränsletillförseln, vilket i sin tur leder till att bränslemodulerna byggs om. Här kommer P&I-schemat till nytta eftersom det ofta är extern arbetskraft som utför ombyggnaden.

Wärtsilä lägger stor vikt på forskning och utveckling, vilket förutsätter att laboratoriets motorer ska fungera då provkörningar ska utföras. Genom att förbättra underhållet för motorerna och framför allt dess kringutrustning kan man minska på stopptiden samt öka driftsäkerheten.

1.1 BAKGRUND

Dokumentering samt ordning och reda är viktigt för ett effektivt underhåll och säker drift. I laboratoriet finns sju motorer varav en är helt gasdriven och saknar därför konventionell bränslemodul och använder sig i stället av en gasramp. De resterande sex motorerna har varsin bränslemodul vars uppgift är att förse motorerna med bränsle med rätt tryck och temperatur.

Det finns för tillfället inte något enkelt och snabbt sätt att ta reda på vilken typ av delar som finns i modulerna, till exempel märke och typ av pump. I fall haveri av någon kritisk del i bränslemodulerna uppkommer tar det lång tid att först identifiera modell och typ av komponent det är frågan om.

Ett annat stort problem är att ritningar på fem bränslemoduler saknas och kunskapen har oftast funnits enbart hos en person. Bränslemodulerna saknar även märkning på ventiler och andra komponenter. Detta leder lätt till att vid byte av bränsle, avstängning av modul eller modifiering kan ta lång tid. Bränslemodulerna har även byggts om ett flertal gånger men de gamla rören finns kvar, vilket är vilseledande.

Bränslemodulerna är från slutet av 1980-talet och de flesta är prototyper från Auramarine. Men den nyaste är från 2009. Den yngsta har dokument på komponenter, P&I-schema samt nummerskyltar på alla delar. Denna typ av dokument har visat sig nödvändig för både underhållspersonalen samt motorgrupperna som kör motorerna. Eftersom de äldre bränslemodulerna saknar denna typ av dokument så gav laboratoriets personal mig uppgiften att skapa liknande dokument och ritningar för de äldre bränslemodulerna för framtida behov.

1.2 SYFTE

Huvudsyftet med examensarbetet är att få fram ett mera organiserat underhåll samt öka driftsäkerheten. Detta genom att rita ritningar samt lista upp delarna som bränslemodulerna innehåller.

Mitt första delsyfte är att undersöka möjligheterna som Ryhti erbjuder samt att implementera informationen och ritningarna i detta program. Arbetet ska även fungera som en mall för framtida användning av Ryhti. Mitt andra delsyfte är att använda mig av Ryhti och genom detta program göra ett förebyggande underhållsprogram för bränslemodulerna som med hjälp av programvaran kan uppföljas.

1.3 AVGRÄNSNINGAR

Arbetet har avgränsats till bränslemodulerna då de anses vara den viktigaste och känsligaste kringutrustningen för motorerna, eftersom det ställs höga krav på bränsletillförseln. Examensarbetet gäller endast för Wärtsiläs bränslemoduler vid Testing & Performance vid Metviken i Vasa. Dokumenteringen av bränslemodulernas delar har avgränsats till att ta fasta på de väsentligaste.

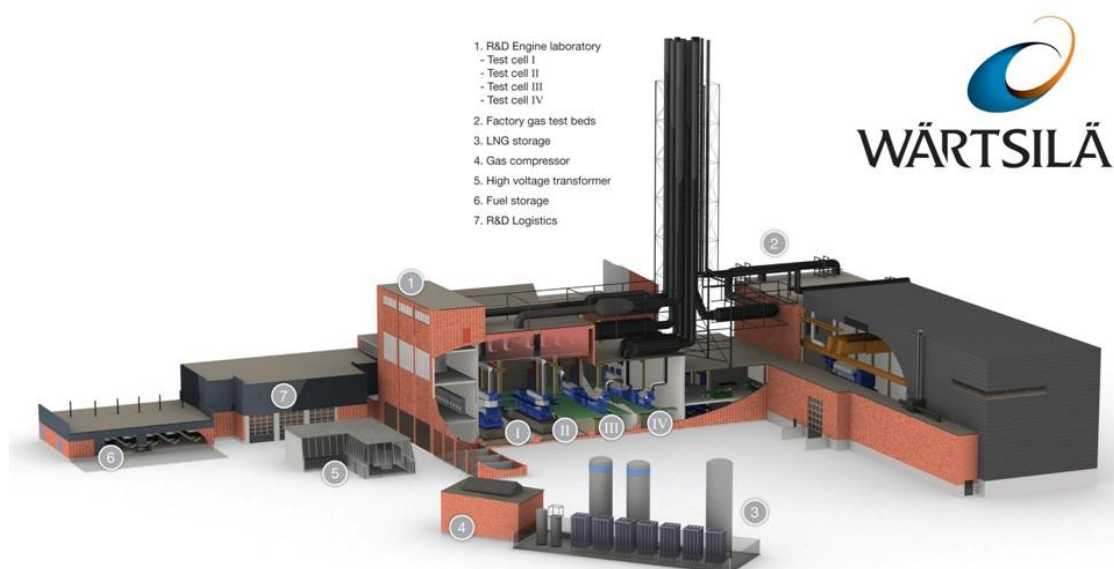
1.4 WÄRTSILÄ

Wärtsilä är ett av de världsledande företagen inom fartygs- och kraftverksindustrin. Till utbudet hör allt från medelsnabba 4-taktsmotorer till stora långsamtgående 2-taktsmotorer. Företaget säljer även nyckelfärdiga kraftverk och kompletta lösningar för fartyg. Serviceutbudet är omfattande och Wärtsilä servar även konkurrenternas maskiner.

Företaget har över 18 900 anställda varav 3600 finns i Finland. Wärtsilä har sin verksamhet i 70 länder runt om i världen. (Wärtsilä, 2012)

1.4.1 TESTING & PERFORMANCE

Laboratoriet T&P togs i bruk 1988 och består av fyra motorceller. I skrivande stund finns det sju motorer installerade och samtliga motorer är anslutna till generatorer. Den producerade elektriciteten används i fabriken samt säljs till det lokala elnätet. I Vasa finns två laboratorier, ett vid Metviken och ett på Vasklot. Båda sysslar med 4-taktsmotorer av olika slag. T&P finns även i Trieste, Bermo och Winterthur. Den sistnämnda har specialiserat sig på 2-taktsmotorer.



Figur 1. Illustration av laboratoriet vid Metviken (Wärtsilä, 2012).

Laboratoriet har två syften, forskning och utveckling. Beroende på syftet så strävar varje motorgrupp att nå ett visst mål med sin motor. Motogrupperna består av förmän, testingenjörer och montörer. Dessa grupper har hand om motorerna och deras underhåll. Underhållspersonalen i laboratoriet har hand om byggnaden samt kringutrustningen för motorerna såsom bränsle-, kyl-, smörjolje-, samt tryckluftsystem. (Wärtsilä, 2012).

1.5 DISPOSITION

Här beskrivs vad kapitlen innehåller och hur det tas upp.

- Kapitel 1 inleder examensarbetet och behandlar uppgiftens bakgrund, syfte och avgränsningar. Kapitlet avslutas med en företagsbeskrivning.
- Kapitel 2 innehåller teorin som arbetets utförande baserar sig på. Kapitlet berättar om underhållsteknik samt bränslesystemet och avslutas med information om bränsletyperna som används.
- Kapitel 3 berättar om hur man gått till väga för att lösa uppgiften. Kapitlet inleder med att förklara hur ritningarna och det förebyggande underhållsprogrammet gjorts och avslutas med implementeringen av informationen i Ryhti.
- Kapitel 4 beskriver det erhållna resultatet. Kapitlet berättar om hur Ryhti har blivit ett verktyg för underhållsarbetet och vilka möjligheter det ger och avslutas med att presentera märkningen av bränslemodulernas delar.
- Kapitel 5 avslutar arbetet med en diskussion och reflektioner kring resultatet samt ett par förbättringsförslag.

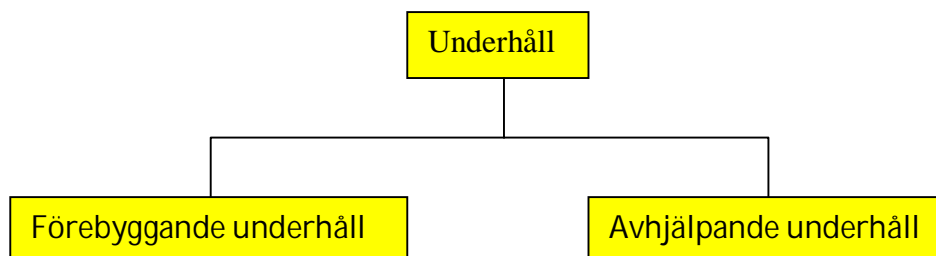
2 TEORI

I detta kapitel kommer underhållstekniken och dess grunder att beskrivas. Kapitlet avslutas med en utredning om bränslesystemets funktion och uppbyggnad samt en djupare inblick i bränslemodulerna.

2.1 UNDERHÅLL

Nuförtiden har allt fler företag i industriländer börjat satsa mer på ett välfungerande underhåll. Främst av ekonomiska skäl och för att höja driftsäkerheten. Man strävar ju alltid till att en anläggning ska fungera då den ska fungera. Dock handlar underhåll inte om att skära ner på underhållets kostnader, utan att maximera företagets inkomst. En effektiv och felfri anläggning är resultatet av ett utmärkt underhåll. (Hagberg & Henriksson 2010, s. 10). Definitionen av underhåll brukar formuleras enligt följande:

”All verksamhet som syftar till att vidmakthålla en utrustning eller återuppföra den till sådant tillstånd att planerad drift kan ske ostört” (Möller & Steffens 2007, s. 5)



Figur 2. Indelning av underhåll (Hagberg & Henriksson 2010, s. 316).

Som ovanstående bild visar så delar man in underhåll i två delar, förebyggande och avhjälpande. Man strävar ofta till att förbättra det förebyggande underhållet så pass att man inte behöver använda sig av avhjälpande underhåll. Om ett företag använder sig till största delen av avhjälpande underhåll så är det förebyggande underhållet bristfälligt. I längden är det billigare med ett fungerande förebyggande underhåll än att ständigt lida av driftstopp och låg arbetssäkerhet. (Hagberg & Henriksson 2010, s. 316–319).

2.1.1 SKAPA ETT UTMÄRKT UNDERHÅLL

Det finns flera sätt att åstadkomma ett utmärkt underhåll. Nedanstående visas en metod som är uppbyggd med hjälp av tre huvudsteg:

1. Beskriv det önskade läget man vill ha.
2. Identifiera nuläget.
3. Ha en metod för att ta sig till det önskade läget.

Punkt ett är viktig eftersom man bör ha ett klart mål hur man vill att resultatet ska se ut. Man bör inkludera alla berörda parter för att de ska känna delaktighet och ge förslag samt se sin roll i en helhet. Man bör även ha i minnet att ekonomiska förbättringar inte sker direkt utan resultatet av ett fungerande underhåll ses ofta efter en längre tid.

Genom att identifiera nuläget med hjälp av till exempel inventering av lager, verktyg, reservdelar och anläggningar får man en överblick och förbättringsförslag kan göras.

För att få till stånd det önskade läget krävs en passande metod. En metod som många företag dragit nytta av är REP-metoden. Denna metod baserar sig på att ha klara mål och tyngdpunkten ligger på arbetseffektiviseringar. För att utveckla arbetssätten bör man se underhållsverksamheten som sammanhängande processer och inte som enskilda aktiviteter.

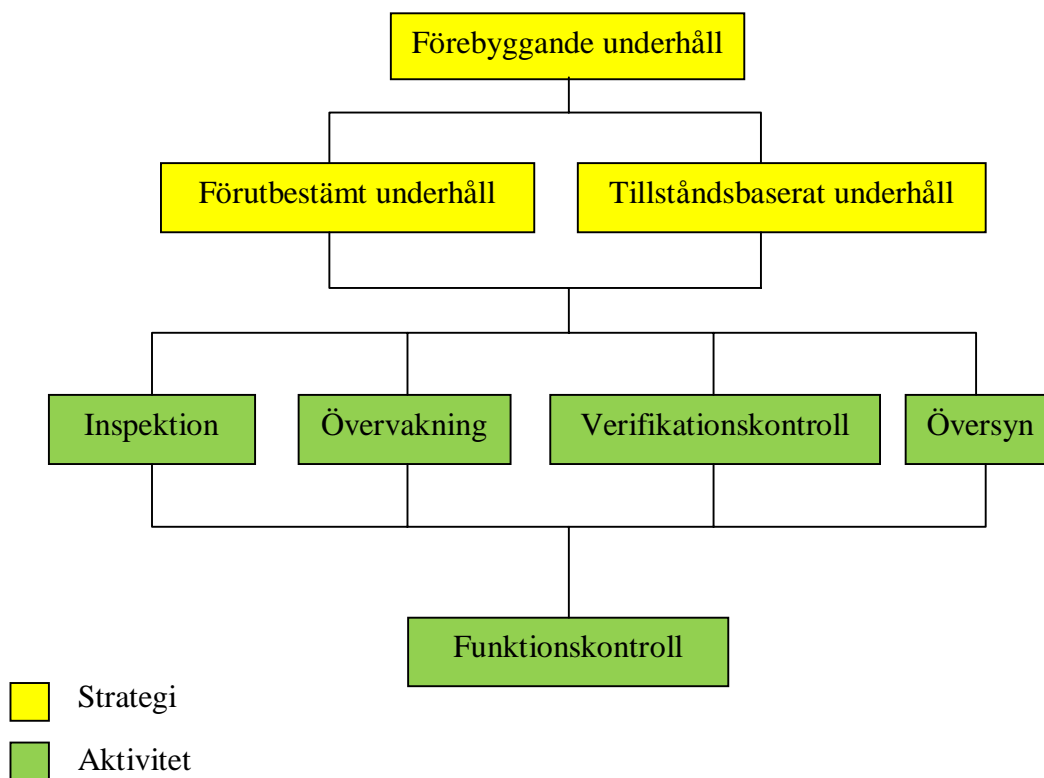
Studier har visat vissa gemensamma faktorer inom framgångsrika företag som bidragit till ett välutvecklat underhåll som hela tiden förbättras. Nedan listas kännetecknen:

- allas delaktighet
- engagerat ledarskap
- faktabaserade beslut
- kompetensutveckling
- kundorientering
- kvalitetssäkrade åtgärder
- långsiktighet
- lära av andra
- processorientering
- samverkan
- snabbare reaktioner
- ständiga förbättringar.

(Hagberg & Henriksson 2010, s. 10–16)

2.1.2 FÖREBYGGANDE UNDERHÅLL

Förebyggande underhåll handlar om aktiviteter som görs innan man har upptäckt något funktionsfel. Det är även denna typ av underhåll man satsar mest på, eftersom det i de flesta situationer blir billigare med förebyggande underhåll jämfört med maskinhaveri och produktionsstopp.



Figur 3. Indelning av förebyggande underhåll (Hagberg & Henriksson 2010, s. 317).

Som ovanstående figur visar så delas förebyggande underhåll upp i två delar, förutbestämt och tillståndsbaserat underhåll. Förutbestämt underhåll är aktivitet som genomförs enligt bestämda tidsintervaller eller driftstimmar, men utan att man gör noggrannare tillståndskontroller. Exempel på förutbestämt underhåll är smörjning, operatörstillsyn och säkerhetsronder.

Tillståndsbaserat underhåll baserar sig på mätningar och noggrann övervakning som i sin tur utlöser underhållsaktiviteten om så krävs. Till exempel ifall en temperatursensor visar onormalt hög temperatur i ett lager, så åtgärdas detta innan lagret skär. (Hagberg & Henriksson 2010, s. 315–317).

2.1.3 GRUNDERNA FÖR FÖREBYGGANDE UNDERHÅLL

För att enkelt åstadkomma ett bra förebyggande underhåll ska man införskaffa maskiner som man tagit hänsyn till underhållsaspekterna redan i konstrueringsstadiet. Ifall maskinen inte har dessa egenskaper kan man ofta genom modifiering öka driftsäkerheten. Det är viktigt att man har teknisk information om anläggningen för att inte köra den på fel sätt och för att undvika överbelastning.

Anläggningsmanualer och teknisk data är viktiga byggstenar vid planeringen av det förebyggande underhållet. Manualerna innehåller oftast information om hur anläggningen ska underhållas och serviceintervaller. Man bör även ha koll på skiftetider, semesterdagar och andra luckor då anläggningen inte används för att då planera in underhållsarbetet utan att störa själva produktionen eller annan aktivitet.

För själva insatsen behövs tydliga arbetsbeskrivningar om vad som ska göras och hur. Föreskrifterna får gärna innehålla bilder för att förenkla arbetet. Efter arbetsuppgiften har utförts är det viktigt att rapportera vad som gjorts och om eventuella avvikelser har upptäckts. Man ska även fråga operatören ifall denne har upptäckt något som verkar onormalt. (Hagberg & Henriksson 2010, s. 317–322).

Förutom att analysera rapporter och följa mätvärden från kontrollrum kan man tillämpa ett par enkla metoder på plats vid maskinen för att kontrollera anläggningens kondition. Exempel på dessa två är stötpulsmätning och termografi.

Stötpulsmätning används för att mäta driftskonditionen hos ett rullager. Metoden kan användas på olika sätt, antingen för periodisk kontrollmätning eller permanent mätning kopplad till datorstyrda system. Den enda information som krävs är axelns diameter och varvtal. Mätanordningen ger direkt information om lagrets kondition.

Den andra metoden, termografi, används för att kontrollera temperaturen hos mätobjektet. Objekten kan till exempel vara en elmotor, ett lager, men även för att identifiera blockader i flödessystem. Fördelen med detta verktyg är att det inte kräver någon fysisk kontakt med mätobjektet. (Hagberg & Henriksson 2010, s. 339–343).

2.1.4 AVHJÄLPANDE UNDERHÅLL

Med avhjälpande underhåll avser man reparationsarbete efter att ett funktionsfel har upptäckts vars syfte är att få anläggningen till ett sådant skick att den kan utföra den krävda uppgiften. Avhjälpande underhåll indikerar ofta att det finns brister hos det förebyggande underhållet, men spelar ändå en viktig roll inom underhållstekniken.

Det är svårt att sätta mål för avhjälpande underhåll och att mäta antalet AU-insatser är inte relevant. Men avhjälpande underhåll kan mätas på ett par olika sätt som nedan listats:

- MWT, eller medelväntetiden. Denna tid anger hur lång tid det tar från att felet upptäckts till att underhållspersonalen är på plats med rätt utrustning, ritningar och reservdelar som krävs för att utföra underhållet.
- MTTR, eller medelreparationstid. Medelreparationstiden kan sägas vara ett mått på hur länge det tar för en viss personal att reparera maskinen ifråga. Tidslängden beror mycket på hur välkonstruerad anläggningen är för att utföra underhållet.
- Antal återkommande av viss typ. Ifall detta värde är högt kan det visa att reparationsarbetet varit bristfälligt. Men det kan även tyda på att det finns en annan bakomliggande faktor som bidrar med dessa fel. Till exempel en pumps fästnanordning är felaktig och orsakar vibrationer vid ett visst varvtal.

Det avhjälpande underhållet kräver liksom det förebyggande underhållet noggranna ritningar och manualer om anläggningen för att reparationen ska bli så effektiv som möjligt. Men insatsen ställer även krav på reparatören. Genom att erbjuda skolning åt personalen kan man minska MTTR och därmed höja tillgängligheten hos anläggningen. (Hagberg & Henriksson 2010, s. 384–389).

Det viktigaste med avhjälpande underhåll är att ta lärdom av varje haveri och genom att analysera rapporterna om reparationerna stärka det förebyggande underhållet så att stopptiderna minskar. (Hagberg & Henriksson 2010, s. 403).

2.1.5 DATORISERAT UNDERHÅLLSSYSTEM

Datoriserat underhållsprogram, eller CMMS som står för Computer Maintenance Management System, är en mjukvara designat för att stöda all typ av underhållsverksamhet. CMMS uppfanns redan på 1980-talet och används idag i stort sett av alla större företag på grund av dess funktioner och nytta. I vissa branscher kräver även lagen att dessa program används. (Idhammar Systems u.å.).

CMMS innehåller vanligtvis nedanstående funktioner som är grundläggande för att kunna utnyttja de goda egenskaperna användningen av dessa program ger:

- anläggningsuppgifter
- förebyggande underhåll
- materialhantering
- uppföljning.

Anläggningsuppgifter innehåller ritningar och beskrivningar på alla maskiner och byggnader. Denna funktion möjliggör en lätt och snabb åtkomst till information. Det lönar sig att ha ett välutvecklat anläggningsregister eftersom informationen i registret är till stor hjälp för underhållspersonalen.

En annan viktig del av CMMS är förebyggande underhåll. Genom denna funktion kan man planera de kommande aktiviteterna. Dessa insatser kan man fritt bestämma när de ska utföras, till exempel veckovist eller dagligt. Här finns även beskrivningar om vad och hur servicen ska göras.

Materialhanteringens uppgift är att ge en bra överblick över inköp och lagerstatus. Oftast strävar man till att ha ett så litet lager som möjligt, men det kan visa sig vara nödvändigt att ha mindre reservdelar i lager. Denna funktion bidrar även med god kontroll över kostnader som är relaterade till underhållet.

Alla ovanstående funktioner innehåller uppföljningsmöjligheter, vilket är en av de viktigaste egenskaperna ett datoriserat underhållssystem har. Genom uppföljningen kan man snabbt analysera rapporter och inköp. Därmed kan man upptäcka brister i underhållet och förbättringsförslag kan ges. (Hagberg & Henriksson 2010, s. 307–312).

2.1.6 RYHTI

Ryhti är ett CMMS som används av 350 organisationer i Finland och av 100 organisationer utomlands. Det har skapats av Granlund OY och utvecklas ca 10 000 timmar per år. Programmet är webbaserat och kräver således endast internetuppkoppling för att användas. Inloggningen sker därmed via webbläsaren och beroende på användare har man olika rättigheter.



Figur 4. Huvudfunktionerna i Ryhti (Ryhti u.å.).

Figuren ovan visar de funktioner som Ryhti erbjuder. De väsentligaste för detta examensarbete har varit Dokumenthantering och Planerat underhåll. I fastighetsregistret finns teknisk information om fastigheten samt anläggningarna. Informationen är hierarkiskt uppbyggd, dvs. man börjar med att välja byggnad för att sedan bläddra neråt till komponentnivå. Denna information måste naturligtvis skrivas in av användaren. Informationen fås oftast från manualer och inspektioner. Ryhti innehåller färdigt ett brett komponentregister som krävs för att bygga upp en hel processanläggning. Till varje komponent hör olika attribut. Attributen är komponenternas egenskaper, till exempel märke, typ, fabrikat, effekt och tillverkningsår.

För anläggningarna som är inlagda i fastighetsregistret har man möjlighet att skapa serviceintervall. Intervalltiderna får man fritt bestämma ifall man själv gör ett underhållsprogram. Underhållsaktiviteten kan länkas till enskilda komponenter eller till en hel anläggning. Underhållsaktiviteterna innehåller beskrivningar om vad som ska göras och kvitteras av den som utför arbetet. Färdiga underhållspaket finns till förfogande, dock är de inte skräddarsydda och passar således inte för alla märken och typer av delar. (Ryhti u.å.).

2.2 BRÄNSLESYSTEMET

Bränslesystemet består av flera olika stationer vars syfte är att behandla bränslet så att det har rätt temperatur, tryck och viskositet innan det förbränns i motorerna. Det är även ytterst viktigt att bränslet är fritt från partiklar och vatten.

Bränslesystemet är indelat i tre huvuddelar:

- lossnings-, lagrings- och transfersystem
- behandlingssystem
- matnings- och samlingssystem.

Alla tre system finns hos varje bränslesystem i ett Wärtsilä kraftverk men utformas på olika sätt beroende på bränsletyp. Dock är ändamålet detsamma. (Wärtsilä Diesel Power Plants u.å., s. 1).

Lagringsstationen vid laboratoriet består av fem olika tankar, en tank för lätt brännolja (LFO), två för tung brännolja (HFO) och två för bränsle med hög askhalt (HAF). Vid lagringstationen fylls bränsletankarna på vid behov. Tankarnas storlek varierar och vid laboratoriet är tankarna från 20–50 m³. Tankarna värms av det lokala fjärrvärmenätet för att försäkra att bränslet kan pumpas vidare.

Efter lagringsstationen pumpas HFO och HAF vidare till en separator. Separatorns uppgift är att rena bränslet från vatten och partiklar. Från separatorn förs partiklar och vatten vidare till en slamtank och det renade bränslet vidare till dagtankarna. LFO behöver inte separeras.

Dagtankarna är till antalet fyra stycken, två för HFO och två för HAF. Dagtankarnas uppgift är att hålla värme i bränslet, ca 60 °C, samt att bygga upp en buffert för att försäkra att det finns tillgång med rent bränsle en tid ifall separatorn havererar eller att bränslet inte når dagtankarna på grund av andra orsaker.

Efter dagtankarna pumpas bränslet till bränslemodulerna. LFO kommer direkt från lagringstanken till bränslemodulerna. Bränslemodulernas uppgift är att höja trycket och temperaturen på HFO och LFO innan det når motorn. LFO behöver inte värmas.

2.2.1 BRÄNSLEMODUL

Bränslemodulens uppgift är att förse motorn med rent bränsle vid rätt tryck, temperatur och viskositet. Bränsletillförseln till motorn ska vara 4–5 gånger större än förbrukningen vid full last. (Wärtsilä, 2011). Modulerna vid laboratoriet varierar i konstruktion men funktionen är i princip densamma. Vad som gör att bränslemodulerna skiljer från varandra är främst motortypen den förser med bränsle. Men även insprutningssystemet och vilken typ av bränsle som används ställer krav på modulen. Bränslemodulerna på laboratoriet avviker en del från sådana som används vid Wärtsiläs kraftverk. Bland annat är laboratoriets moduler utrustade med en mera noggrann mätutrustning.



Figur 5. Bränslemodul

Huvudkomponenterna i en bränslemodul är:

- automatfilter
- vågtank
- feederpump
- mixing tank
- boosterpump
- värmare
- kylare
- viskositetsmätare
- flödesmätare.

Bränslet pumpas från dagtankarna till automatfiltret. Filtrets uppgift är att ta bort eventuella partiklar från bränslet. Denna typ av filter renar även sig själv automatiskt. Slammet förs bort från filtret genom ett rör till en slamtank.



Figur 6. Automatfilter



Figur 7. Vågtank

Efter automatfiltret flödar bränslet vidare till en påfyllningsventil. Påfyllningsventilen fyller vågtanken med jämna mellanrum. Denna ventil opererar pneumatiskt och får en elektrisk signal från nivåmätarna i vågtanken. Vågtankens uppgift är att mäta vikten på bränslet som tillförts motorn. Denna tank är öppen och saknar således övertryck.

Från vågtanken pumpas bränslet vidare till mixing tanken med hjälp av feederpumpen. Pumpen håller även trycket i transfersystemet. Mixingtankens uppgift är att hålla en jämn temperatur i bränslet som cirkulerar mellan tanken och motorn. I tanken är det ett

övertryck på ca 4 bar. Tanken är försedd med en övertrycksventil som leder bränslet tillbaka till vågtanken ifall trycket blir för högt.

Efter mixingtanken pumpas bränslet vidare med hjälp av boosterpumpen. Pumpen bygger upp trycket till 8–10 bar, beroende på motortyp. Efter pumpen kommer värmaren. HFO och HAF skall alltid värmas till ca 120 °C för att komma ner i rätt viskositet (20 cSt). Alla värmare är utrustade med flödes- och värmeskydd. Flödessensorn är placerad strax före värmaren som känner av flödet. Är det inget flöde så stängs värmaren av. Blir temperaturen för hög så ger värmesensorn utslag och stänger av värmaren. Effekten i värmaren styrs av viskositetsmätaren som kommer efteråt.



Figur 8. Värmare



Figur 9. Viskositetsmätare

Från viskositetsmätaren flödar bränslet vidare till motorn som konsumerar vad den behöver. Resterande bränsle cirkulerar tillbaka till mixingtanken. Motorer som använder sig av insprutningssystemet Common Rail har en till returledning som leder det rena läckagebränslet tillbaka till vågtanken genom en trycklöst rör, eftersom läckagevolymen är för stor att för inte tas till vara.

Vid LFO-körning körs bränslet inte via värmaren, utan med hjälp av ventiler styrs det förbi. Den lätta brännoljan måste även kylas för att inte få för låg viskositet efter att ha blivit upphettad av motorn. Viskositeten för LFO bör vara ca 2,5 cSt. Kylaren går så klart att förbipassera vid HFO- och HAF-körning.

Bränslemodulerna är utrustade med flödesmätare, men på grund av deras bristfälliga noggrannhet används vågtanken för en mera exakt mätning. Dock ger flödesmätarna en snabb indikation om vad bränsleflödet är. Alla rör är isolerade och värms med hjälp av varmvattenrör. Varmvattnet tas från fjärrvärmenätet.

2.2.2 BRÄNSLEN SOM ANVÄNDS

I skrivande stund använder man på laboratoriet tre olika bränslen, lätt (LFO) och tung brännolja (HFO), samt en tung brännolja med höga halter av aska (HAF). Vid samma temperatur har de alla olika viskositet. Viskositeten är ett mått på hur trögflytande en fluid är och anges ofta i motorsammanhang i centiStoke. Ju högre viskositet desto mera trögflytande är vätskan.

De viktigaste halterna i bränslet är kol, väte, kväve, syre och vanadium. Det är tacksamt med ett lågt vanadiumvärde eftersom det vid förbränning smutsar ner. Men även energiinnehållet är ytterst viktigt att veta för att kunna göra en exakt värmebalansberäkning. Nedan listas de viktigaste innehållen i bränslena:

LFO		
Energiinnehåll	MJ/kg	42,9
Viskositet vid 40 °C	cSt	2,843
Kol	% m/m	86,2
Väte	% m/m	13,69
Kväve	% m/m	< 0,10
Syre	% m/m	< 0,30
Vanadium	mg/kg	< 1

HFO		
Energiinnehåll	MJ/kg	41,11
Viskositet vid 50 °C	cSt	153,1
Kol	% m/m	87,49
Väte	% m/m	10,85
Kväve	% m/m	0,42
Syre	% m/m	0,32
Vanadium	mg/kg	32

HAF		
Energiinnehåll	MJ/kg	40,27
Viskositet vid 50 °C	cSt	682
Kol	% m/m	86,2
Väte	% m/m	10,38
Kväve	% m/m	0,54
Syre	% m/m	0,52
Vanadium	mg/kg	338

(DNV Petroleum Services)

3 METOD

Detta kapitel berättar om hur uppdraget har förverkligats och beskriver hur man gått till väga.

Uppdraget påbörjades i november 2012 med ett möte där det diskuterades om målsättningen och avgränsningarna av arbetet. Jag blev även tilldelad en handledare från företagets sida. Det blev bestämt att jag först skulle göra P&I-scheman på bränslemodulerna och dokumentera deras huvudkomponenter. Därefter skulle möjligheterna med Ryhti undersökas och ett underhållsprogram för modulerna göras. All information om bränslemodulerna samt underhållsprogrammet skulle slutligen implementeras i Ryhti.

Forskningsmetoden för detta arbete har varit fallstudiemetoden. En fallstudie är en strategi som syftar på att ge djupgående kunskaper om ett enda eller några undersökningsobjekt. Därmed har jag ca 25 timmar per vecka befunnit mig på arbetsplatsen och undersökt bränslesystemets funktion med tyngdpunkten på bränslemodulerna samt studerat underhållstekniken.

3.1 RITNINGARNA

Ett P&I-schema är ett diagram som ofta används inom processindustrin. Diagrammet liknar ett flödesschema men är mera detaljerat och visar förutom flöden även funktion hos de inkluderade komponenterna.

I väntan på en dator och Autocad-licens skissades enkla flödesscheman upp för samtliga bränslemoduler och en noggrann studie av den nyaste modulen gjordes, eftersom den redan hade P&I-diagram och märkskyltar. Dock är de gamla modulerna unika till utseende och uppbyggnad, men funktionen är i princip densamma. Som tidigare nämnts så har de modifierats många gånger under årens lopp och gamla rör finns ännu kvar. Alla rör är täckta med isolering, vilket gör det svårt att se t.ex. om det finns ett T-stycke eller inte bakom. Vid körning av motor och bränslemodul kunde man känna på röret (ifall isolering saknades ställvis) om det var varmt, vilket betyder att det är i bruk.

För att snabbt se flödesriktning användes feeder- och boosterpumpen som referenser, eftersom pumparna har symboler för sug- och trycksida. Även vågtanken gav en bra startpunkt då den kommer först i samtliga system.

Manualer för delarna har även använts för att förstå funktionen hos huvudkomponenterna. Men vissa delar saknade dessa p.g.a. deras ålder. Ifall manualerna saknades gjordes intervjuer med underhållspersonalen eller motorgrupperna som använder bränslemodulen i fråga.

Efter att alla flödesscheman var korrekta lades alla andra komponenter till, såsom ventiler, pumpar, givare, värmare, kylare, filter och viskositetsmätare. Efter detta påbörjades det slutliga ritningsarbetet i Autocad.

För att rita upp ett korrekt P&I-schema användes diagrammet från den yngsta modulen som mall. Ritningarna gjordes en i taget för att bara fokusera på en bränslemodul åt gången. Då alla ritningar och märkningar var gjorda utfördes flera noggranna kontroller genom att följa ritningen och bränslemodulen samtidigt.

3.1.1 VENTIL- OCH KOMPONENTNUMRERINGEN

Till uppgiften hörde även att märka upp huvudkomponenterna och ventilerna i både ritningarna och vid bränslemodulerna. Ventilernas symbol börjar enligt standard med ett "V" som följs med ventilens nummer i systemet, till exempel "V001". För att få varje ventilnummer unik och lång livslängd ifall modifieringar görs, undersöktes ett par olika metoder, bland annat genom intervjuer.

Två förslag kom till förfogande. Ventilnumrorna skulle börja med generatornummer som motorn är ansluten till eller med bränslemodulens nummer enligt placering. Det visade sig senare att numrering enligt generatornummer inte skulle hålla länge innan systemet förfaller, eftersom en motor kommer att byta generator men behålla sin bränslemodul. Därför valdes att namnge bränslemodulerna från 1–6 enligt placering och således börjar varje ventil med bränslemodulens nummer och avslutas med ventilens nummer. Till exempel första ventilen för bränslemodul 2 blir V201.

För att namnge huvudkomponenterna användes enkla förkortningar som avslutades med bränslemodulnummer. Till exempel automatfiltret för modul nummer två blev AF 2.

Som märkskyltar valdes likadana som den yngsta bränslemodulen är försedd med. Dessa är av aluminium och fastlagda med nitar eller järntråd. För monteringsmetod av de nya

skyltarna valdes att använda sig enbart av järntråd, för att det ska bli enkelt att flytta dessa ifall en komponent byts ut eller modifiering görs.

Alla ventiler och komponenter antecknades och en beställning gjordes till den lokala skyltförsäljaren. Nedan visas en bild på uppmärkningen av den nyaste bränslemodulen.



Figur 10. Ventilmärkning

3.1.2 KOMPONENTLISTA

Till ett P&I-diagram hör även en komponentlista med information om alla delar som anläggningen innehåller. Alla delar som är listade innehåller ett prefix som motsvarar det som finns i P&I-schemat.

Man bör veta vilken typ av information som är relevant ifall något skulle haverera. Denna information varierar beroende på komponent. Nedan visas vilken information som dokumenterats:

- märke och typ
- effekt
- flöde
- årsmodell
- serienummer
- försäljare eller importör.

Denna information har tagits från märkskyltarna på delarna. Vissa delar var väldigt skymda eller mot en vägg och som gjorde det omöjligt att se dessa. Men en kamera underlättade arbetet och således användes den flitigt. För att veta flödet lästes varvtalet av från motorerna anslutna till pumparna och därmed kunde flödet fastställas med hjälp av pumpmanualerna.

För att få reda på varifrån delarna köpts användes tidigare offerter för att få fram informationen. Ifall inget avtal fanns för en viss leverantör användes internetsökningar för att få fram närmaste återförsäljare.

3.1.3 UNDERHÅLLSPROGRAM

Efter att komponentlistorna var klara så skulle det förebyggande underhållsprogrammet göras för samtliga bränslemoduler. För att bygga upp detta med passande serviceintervaller och aktiviteter användes följande hjälpmedel:

- manualer
- Wärtsiläs kraftverksservicehandbok
- intervjuer
- underhållstekniklitteratur.

Eftersom alla delar var färdigt dokumenterade vid det här laget, så var det enkelt att hitta mera information om dessa genom att studera deras manualer som fanns på plats eller via tillverkarens webbsida. I manualerna fanns oftast serviceintervaller och vad som ska göras. Wärtsilä ger även med en servicehandbok då ett kraftverk säljs och dessa finns till förfogande på företagets intranet. Det visade sig att många delar av bränslemodulerna var av samma märke och modell som används på laboratoriet, vilket var till stor hjälp för detta underhållsprogram, främst på grund av de utförliga serviceintervallerna.

Intervjuer med underhållsansvarige för bränslemodulerna gav även information om vad som görs i nuläget. Detta var viktigt att veta för att kunna göra förbättringsförslag samt ta med den service som redan utförs. Underhållstekniklitteraturen bidrog också med förslag till underhållsprogrammet.

Eftersom kartläggningen var väldigt tidskrävande tillbringade jag mycket tid vid bränslemodulerna, vilket gav upphov till egna tillägg för underhållsprogrammet.

Då all information var samlad så togs det väsentligaste med och delades upp i veckovisa, månadsvisa och årsvisa underhållsaktiviteter. För alla aktiviteter gjordes så klart en arbetsbeskrivning. Beskrivningen valdes att skrivas på finska. Bränslemodulernas komponenter var till stor del av samma märke och typ och därför gjordes ett gemensamt UH-program för alla moduler.

3.2 IMPLEMENTERING AV INFORMATION

Då all information om bränslemodulerna såsom ritningar, komponentlistor och underhållsprogram var klara så påbörjades Ryhti arbetet. För att lära sig använda Ryhti ordnades ett par skolningstillfällen.

3.2.1 RYHTISKOLNING

Redan vid det första mötet i november 2012 bestämdes det att Ryhtiskolning skulle ordnas, eftersom jag tidigare inte kommit i kontakt med detta CMMS. Ryhti erbjuder sina kunder skolning vid kundens egen arbetsplats.

Första skolningstillfället ordnades 13.11.2012. Svårighetsgraden var avsedd för nybörjare. På skolningen deltog förutom jag även ett par andra från underhållspersonalen, främst från elunderhållet.

Vid skolningen gick grunderna igenom för anläggningsregistret i Ryhti. Jag insåg även att vissa komponenter saknades i komponentregistret för att lägga in en komplett bränslemodul, till exempel viskositetsmätare. Efter att vi bekantat oss med programmets grundfunktioner så bestämdes det att nästa skolning skulle hållas efter nyår.

Andra skolningstillfället ordnades 3.1.2013. Detta var en fortsättningskurs till föregående. Till denna skolning skulle attributen till viskositetsmätaren vara klara för att sedan läggas till i Ryhtis komponentregister. Men även alla andra komponenter skulle vara färdigt

inskrivna i anläggningsregistret. Det förebyggande underhållsprogrammet skulle också vara klart för att sättas i bruk.

Underhållsprogrammet lades in som ett ”underhållspaket” i Ryhtis register. Varje aktivitet skrevs in och serviceintervallen bestämdes. Efter det länkades paketet till varje bränslemodul.

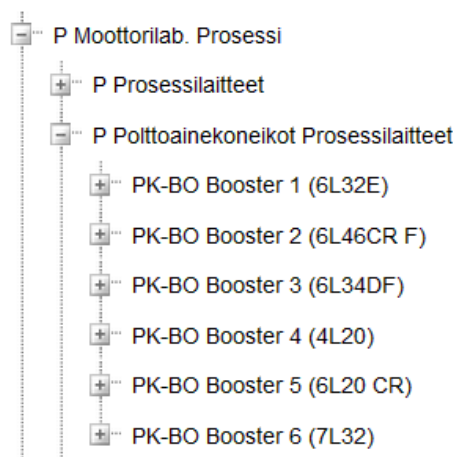
4 RESULTAT

I detta kapitel presenteras resultatet av det utförda arbetet. Kapitlet inleds med presentering av Ryhti som ett verktyg i underhållsarbetet och avslutas med resultatet av kartläggningen av bränslemodulerna.

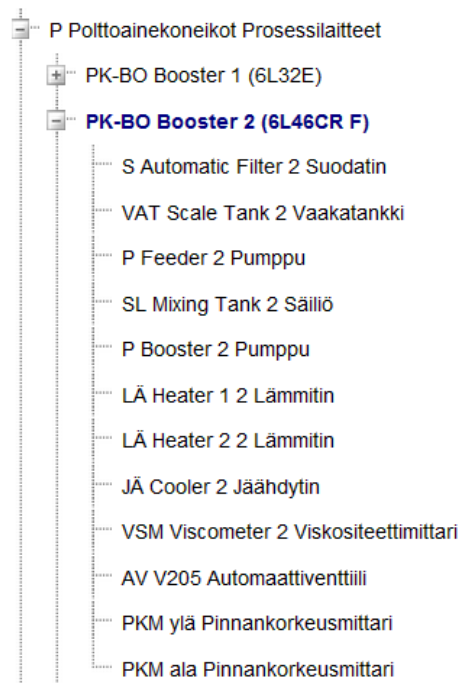
4.1 RYHTI I PRAKTIKEN

Implementeringen av informationen i Ryhti fungerade utmärkt, dock skulle inte uppdraget ha lyckats lika enkelt utan skolningen. Det visade sig att Ryhti hade alla funktioner som krävdes och mycket därtill som i framtiden kan vara till nytta.

Implementeringen bidrar till att det är enkelt och snabbt att få fram information angående bränslemodulerna. Informationen går även lätt att uppdatera ifall någon del byts ut. Bränslemodulerna delades upp enligt nummer och genom att välja en modul får man fram mera information.



Figur 11. Bränslemodulerna i Ryhti.



Figur 12. Bränslemodulernas komponenter.

Tiedot: X1 BV107 BV107 P Polttoainekoneikot PK-BO P Feeder 2 Pumppu

Muokkaa attribuuttien arvoja | Näytä hakutoiminnot

Attribuutti	Arvo	Yksikkö
Valmistaja	IMO	
Malli	032N3 NTBP	
Maahantuoja	IMO Sweden Stockholm	
Tuotto	4,74	m3/h
Moottori, malli	ABB Motors MT100L28F215-2	
Lähtäteho/S	3	kW
Pyörimisnopeus	2890	rpm

Figur 13. Komponentinformation

Ritningarna är bifogade till tillhörande bränslemodul, både som PDF och DWG. PDF-versionen är till för att snabbt kunna skrivas ut utan CAD-program och DWG är till för att kunna ändra ritningen ifall modifieringar görs så att ritningarna hålls uppdaterade.

Underhållspaketet är länkat till bränslemodulnivå, alltså till modul 1–6. Genom att välja underhållsfunktionen i Ryhti visas alla aktiviteter som ska göras under den aktuella veckan. Men man kan även se både bakåt och framåt på tidsaxeln. Efter att ha utfört serviceaktiviteten så är det bara att kvittera uppgiften och möjligheterna finns att rapportera ifall något avvikande eller fel har upptäckts.


Nedan visas exempel på en vecko- samt månadskontroll som ska utföras för samtliga bränslemoduler:


Tehtävä 2013 Helmikuu

[-]

Ota käsittelyyn

Lisätoiminnot >>



10 Booster-yksiköt - Viikkotarkistus
 Päivitetty: 3.1.2013 10:31 Hanhimäki Jani | X1 BV107 CRE FI Vaasa City Site Laboratory 1
 Takaraja: 8.2.2013
 Palvelualue: Prosessilaitahuolto
 Toistuvuus: Viikoittain
 Tehtävälle on liitetty kohteita 6 kpl  Käyttömerkintöjä tehty 0 kpl

☐

Tunniste	Kuvaus
1	Pumppujen ja moottoreiden silmämääräinen tarkistus. Tarkista käyntiäänet, vuodot, laakereiden lämpö ja värähtely.
2	Pumppujen ja moottoreiden laakerirasvaus.
3	Viskositeettimittareiden silmämääräinen tarkistus. Puhdista mittarit jos ne ovat likaisia. Varmista ettei vuoda.
4	Tarkista jäähdyttimen kunto. Varmista ettei ne vuoda.
5	Venttiilien vuototarkistus.
6	Varmista että vaakatangkien alasäiliössä ei ole työkaluja tai muita tarvikkeita.
7	Tarkista nesteen kulutus automaattisuodattimessa. Huuhteles jos on tarvetta.

Tähän voit lisätä vapaamuotoista tehtävän kuvaustietoa painamalla viiereistä Muokkaa kuvausta-linkkiä. [\[Muokkaa kuvausta\]](#)

Figur 14. Veckokontroll

[-]

Ota käsittelyyn

Lisätoiminnot >>



10 Booster-yksiköt - Kuukausitarkistus
 Päivitetty: 3.1.2013 10:31 Hanhimäki Jani | X1 BV107 CRE FI Vaasa City Site Laboratory 1
 Takaraja: 28.2.2013
 Palvelualue: Prosessilaitahuolto
 Toistuvuus: Kuukausittain
 Tehtävälle on liitetty kohteita 6 kpl  Käyttömerkintöjä tehty 0 kpl

☐

Tunniste	Kuvaus
1	Puhdista pumput ja ja huolehdi sähkömoottoreiden jäähdytysilman vapaasta kulusta.
2	Tarkista lämmittimien ylläammitusuoja ja virtausvahti

Tähän voit lisätä vapaamuotoista tehtävän kuvaustietoa painamalla viiereistä Muokkaa kuvausta-linkkiä. [\[Muokkaa kuvausta\]](#)

Figur 15. Månadskontroll

4.2 MÄRKNINGARNA

Uppmärkning av ventiler och komponenter för varje bränslemodul är det som kompletterar ritningarna. Vid varje modul finns tillhörande ritning till förfogande för att lätt kunna följa systemet utan större förkunskaper.



Figur 16. Märkskylt för automatfilter.



Figur 17. Ventilmärkning

5 DISKUSSION

Uppgiften har varit både intressant och lärorik. En del av underhållsteknikens teori har studerats tidigare i skolan och det var givande att tillämpa kunskaperna. Jag hade aldrig tidigare sett en bränslemodul, men under arbetets gång har jag lärt mig mycket kring dessa. Hela bränslesystemet var även nytt för mig.

Som tidigare nämnts så var huvudsyftet med detta arbete att förbättra det förebyggande underhållet och förståelsen för bränslemodulerna genom att göra P&I-scheman samt att lista upp delarna som modulerna innehåller. Ritningsarbetet var krävande och tog lång tid främst på grund av alla extra rör som inte var i användning samt isoleringen som skymde T-stycken. Skulle jag göra arbetet på nytt så skulle jag först märka upp alla ventiler för att då lättare kunna följa systemet och rita samtidigt. Men med ritningarna i hand och utförd uppmärkning är jag nöjd med resultatet, bränslemodulerna går nu lätt att följa.

Det första delsyftet var att ta Ryhti i bruk för den mekaniska sidan på laboratoriet. Implementeringen av informationen kring bränslemodulerna och ritningarna fungerade väl, men skulle inte ha lyckats utan skolning. Personligen anser jag inte Ryhti som ett optimalt CMMS, eftersom det upplevs svåränvänt och enkla funktioner kan vara krävande. Dock erbjuder Ryhti skolning för detta. För att få största möjliga nytta av ett CMMS borde endast en programvara användas, men på Wärtsilä dominerar SAP, vilket leder till att Ryhti blir utan information om kostnader och inköp som är viktigt för uppföljning av underhållet. Skolning kunde också erbjudas för alla som använder Ryhti för att öka kunskaperna och intresset. Resultatet av implementeringen har lett till att det går snabbt att se vilka delar bränslemodulerna innehåller som enkelt går att uppdatera, vilket överensstämmer med syftet. Den sista uppgiften var att göra förebyggande underhållsprogram som med hjälp av Ryhti kan uppföljas. Själva serviceaktiviteterna visas tydligt under underhållsfunktionen och är lätt att kvittera. Men uppföljningsmöjligheterna i Ryhti anser jag bristfälliga. Man ser kvitterade uppgifter och kan läsa rapporter ifall sådana skrivits. Enligt mig skulle grafer och statistik vara en bra tilläggsfunktion för att även få en snabb överblick.

Avslutningsvis så är jag nöjd med resultatet för samtliga uppgifter och arbetet har fungerat som en bra mall för framtida komplettering av anläggningsregistret i Ryhti. Detta arbete avslutar mina ingenjörsstudier och jag vill tacka min handledare på skolan Andreas Gammelgård och min handledare på företaget Stefan Sundström, samt laboratoriets personal som hjälpt mig att utföra arbetet.

KÄLLFÖRTECKNING

Hagberg Leo & Henriksson Tomas (2010). *Underhåll i världsklass*.
OEE Consultants AB

Möller Per & Steffens Jürgen (2007). *Underhållsteknik, Arbetsbok A*.
Liber AB

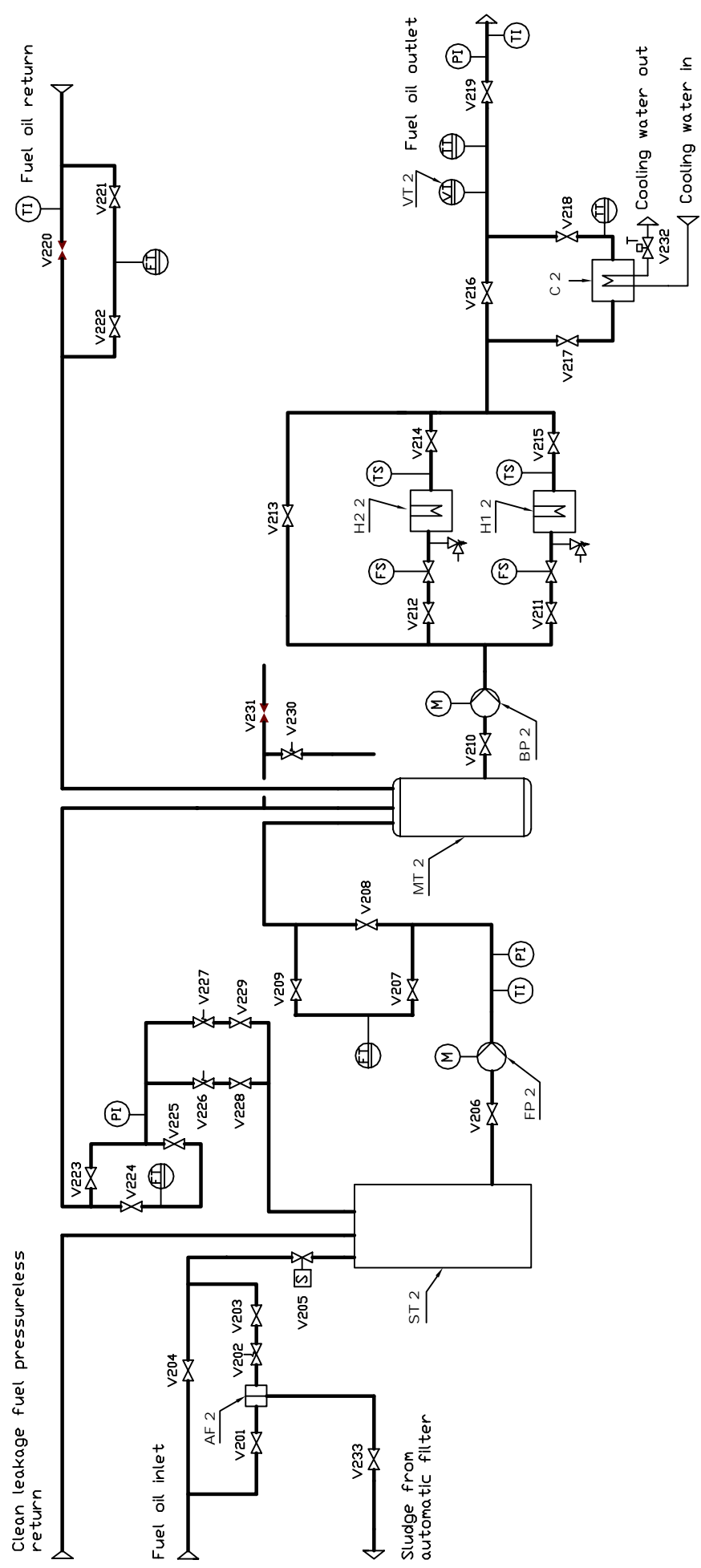
Idhammar Systems (u.å). *Datoriserat underhållssystem (CMMS) – vad är det?*
<http://www.idhammarsystems.com/swedish/products/mms/mms%20concepts/> (Hämtat:
20.2.2013)

Ryhti (u.å). *Ryhti*
<http://www.ryhti.net/ryhti/> (Hämtat: 13.1.2013)

Wärtsilä (u.å). *Wärtsilä Diesel Power Plants*
Handbook for mechanical systems

Wärtsilä (2012). *This is Wärtsilä*.
<http://www.wartsila.com/en/about/company-management/overview> (Hämtat: 16.1.2013)

Wärtsilä (2011). *Fuel Feed system*.
Internt dokument

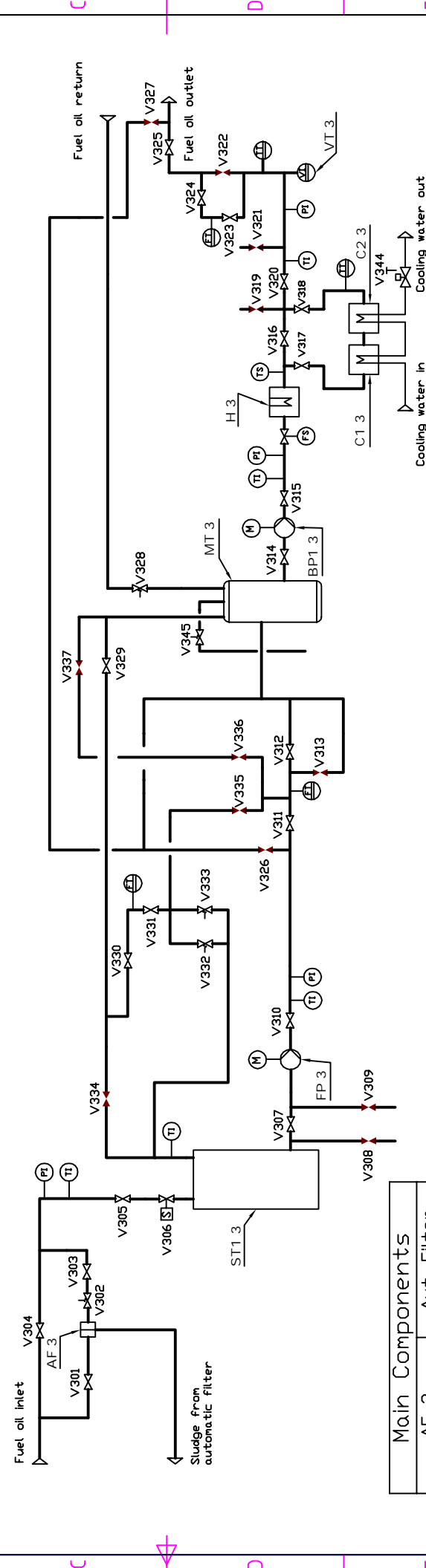
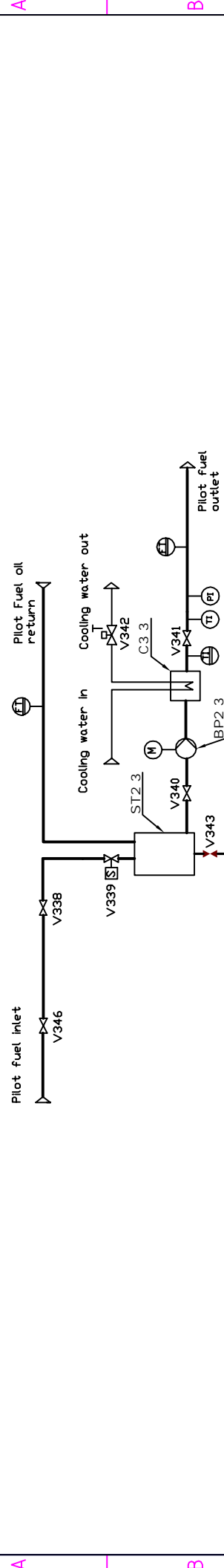


Main Components	
AF 2	Automatic Filter
ST 2	Scale tank
FP 2	Feeder pump
MT 2	Mixing tank
BP 2	Booster pump
H1 2	Heater
H2 2	Heater
C 2	Cooler
VT 2	Viscometer

Traced and insulated fuel pipe

Cooling water pipe

Itemref	Quantity	Title/Name, designation, material, dimension etc	Article No./Reference	
Designed by Jani Hanhimäki	Checked by JH	Approved by - date JH - 15/02/13	Date 15/02/2013	Scale 1:1
P&ID Booster 2		6L46CR F		
		Edition 5		
		Sheet 1/1		

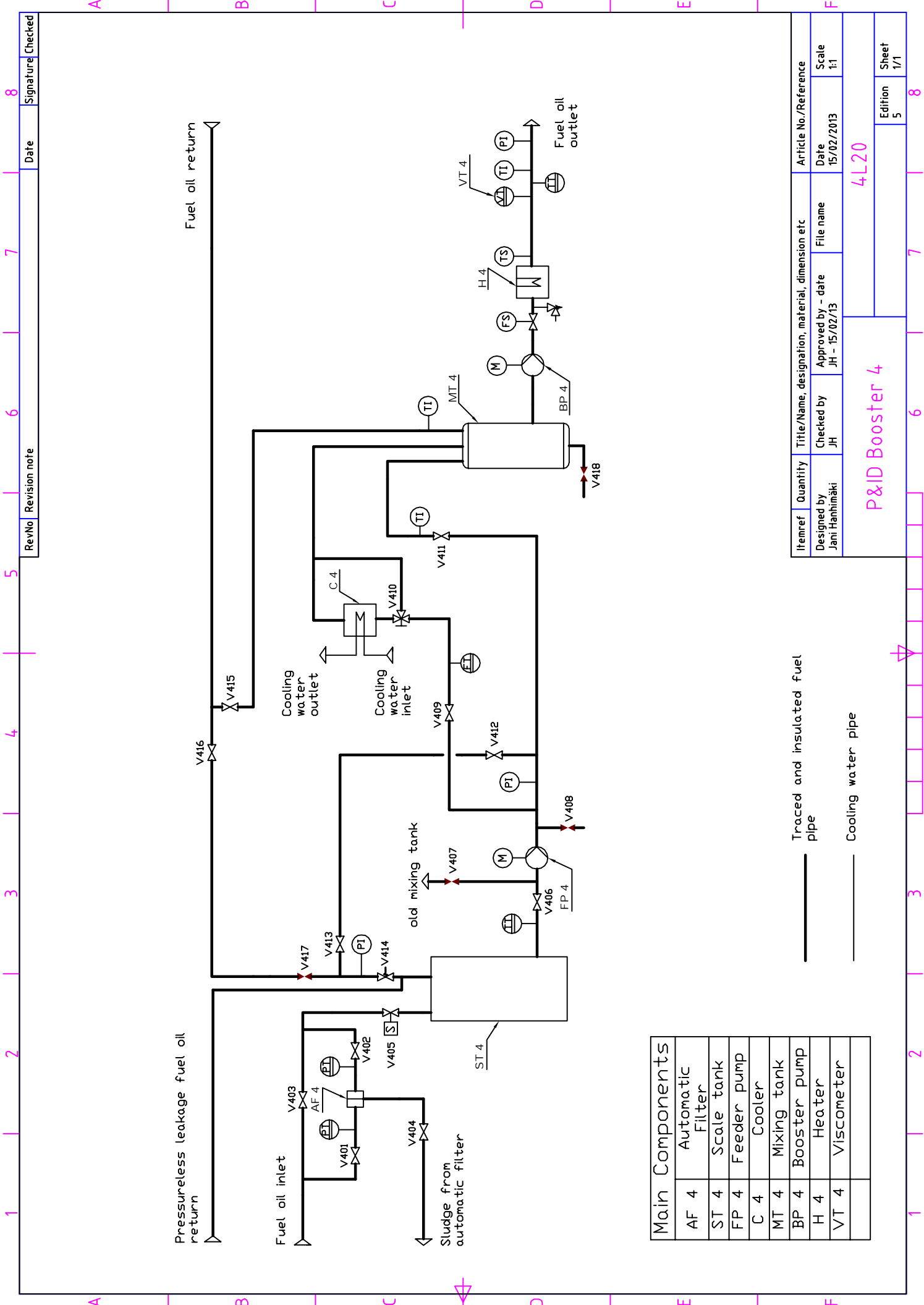


Main Components	
AF 3	Aut. Filter
ST1 3	Scale tank
FP 3	Feeder pump
MT 3	Mixing tank
BP1 3	Booster pump
H 3	Heater
C1 3	Cooler
C2 3	Cooler
VT 3	Viscometer
ST2 3	Pilot f. tank
BP2 3	P. Booster
C3 3	Pilot f. cooler

Traced and insulated fuel pipe

Cooling water pipe

Itemref	Quantity	Title/Name, designation, material, dimension etc	Article No./Reference
Designed by Jani Hanhimäki	Checked by JH	Approved by - date JH - 15/02/13	Date 04/01/2013
P&ID Booster 3		File name	Scale 1:1
6L34DF		Edition 5	Sheet 1/1

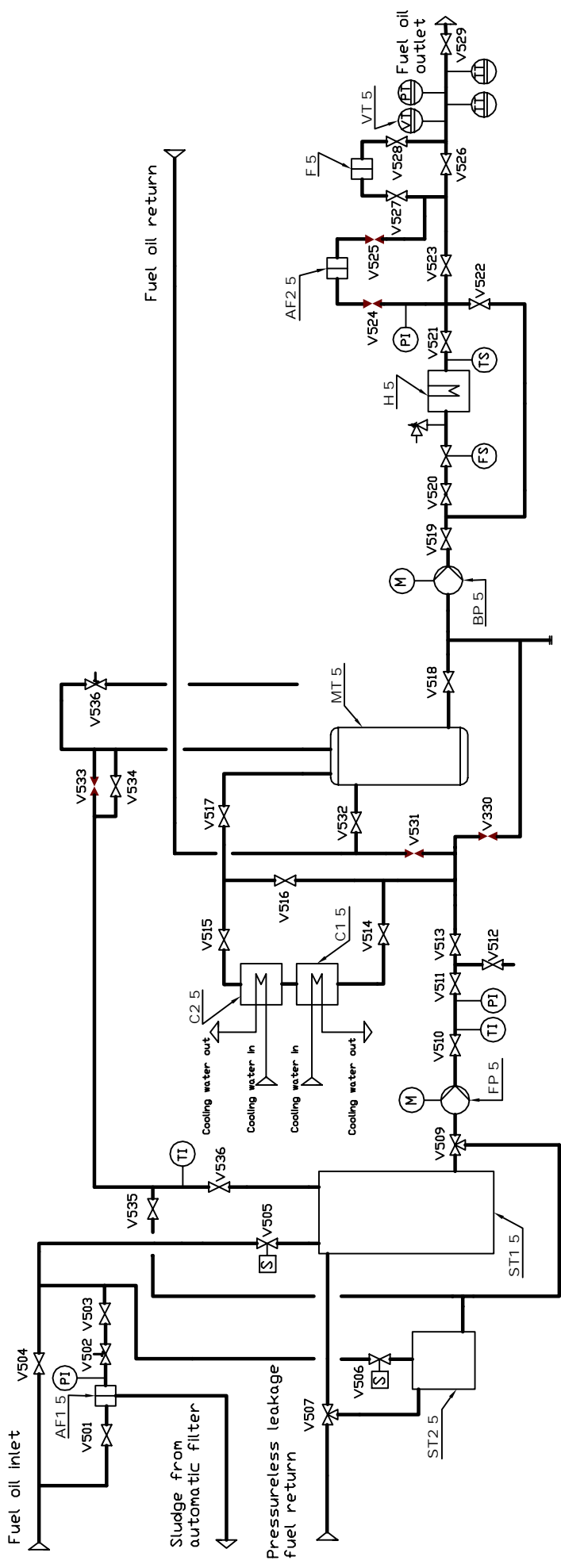


Main Components	
AF 4	Automatic Filter
ST 4	Scale tank
FP 4	Feeder pump
C 4	Cooler
MT 4	Mixing tank
BP 4	Booster pump
H 4	Heater
VT 4	Viscometer

Traced and insulated fuel pipe

Cooling water pipe

Itemref	Quantity	Title/Name, designation, material, dimension etc	Article No./Reference
Designed by Jani Hanhimäki	Checked by JH	Approved by - date JH - 15/02/13	Date 15/02/2013
P&ID Booster 4		File name 4L20	Scale 1:1
		Edition 5	Sheet 1/1



Main Components	
AF1 5	Automatic Filter
ST1 5	Scale Tank
ST2 5	Scale Tank
FP 5	Feeder Pump
C1 5	Cooler
C2 5	Cooler
MT 5	Mixing Tank
BP 5	Booster Pump
H 5	Heater
AF2 5	old out. filter
F 5	Filter
VT 5	Viscometer

_____ Traced and insulated fuel pipe

_____ Cooling water pipe

Itemref	Quantity	Title/Name, designation, material, dimension etc	Article No./Reference	
Designed by Jani Hanhimäki	Checked by JH	Approved by - date JH - 15/02/13	File name	Date
P&ID Booster 5		6L20 CR		04.01.2013
				Scale 1:1
				Edition 5
				Sheet 1/1

